

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-113675

(P 2 0 0 2 - 1 1 3 6 7 5 A)

(43) 公開日 平成14年4月16日 (2002. 4. 16)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

B25J 5/00

B25J 5/00

C 3F059

13/00

13/00

Z 3F060

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全19頁)

(21) 出願番号 特願2000-310146 (P 2000-310146)

(22) 出願日 平成12年10月11日 (2000. 10. 11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 坂本 隆之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 尾山 一文

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

Fターム (参考) 3F059 AA00 BB07 BC07 FA03 FC07

FC14

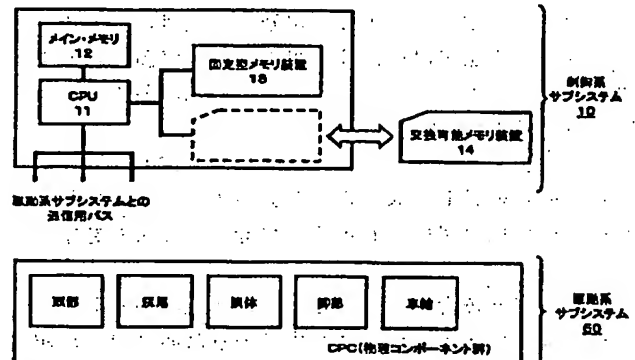
3F060 AA00 CA12 HA02

(54) 【発明の名称】 ロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法

(57) 【要約】

【課題】 ハードウェア依存のミドルウェア層と、ハードウェア非依存のアプリケーション層との組み合わせを動的に変更して多関節型ロボットを制御する。

【解決手段】 ロボットのハードウェア構成に依存するソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置と、ロボットのハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置を用意し、実行時にロボットのハードウェア構成に適合するソフトウェアを前者の記憶装置から導入して、これをハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットと動的に組み合わせることによって、ユーザのニーズに合致する適切なロボットの動作制御を実現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットをハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを用いて制御するロボット制御システムであって、

ハードウェア非依存ソフトウェアを提供するハードウェア非依存ソフトウェア提供手段と、

1以上のハードウェア依存ソフトウェアを提供するハードウェア依存ソフトウェア提供手段と、

ロボットのハードウェア構成情報を取得するハードウェア構成情報取得手段と、

前記ハードウェア構成情報取得手段により取得されたハードウェア構成情報に適合するハードウェア依存ソフトウェアを前記ハードウェア依存ソフトウェア提供手段の中から選択するハードウェア依存ソフトウェア選択手段と、

前記ハードウェア非依存ソフトウェア提供手段が提供するハードウェア非依存ソフトウェア並びに前記ハードウェア依存ソフトウェア選択手段が選択したハードウェア依存ソフトウェアをシステムに導入するソフトウェア導入手段と、を具備することを特徴とするロボット制御システム。

【請求項2】前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記固定型メモリ装置によって提供される、ことを特徴とする請求項1に記載のロボット制御システム。

【請求項3】前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記交換可能メモリ装置によって提供される、ことを特徴とする請求項1に記載のロボット制御システム。

【請求項4】前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置と、前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記固定型メモリ装置並びに前記交換可能メモリ装置によって提供され、

前記ソフトウェア導入手段は、前記交換可能メモリ装置から優先してハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入する、ことを特徴とする請求項1に記載のロボット制御システム。

【請求項5】前記ソフトウェア導入手段は、前記交換可能メモリ装置に使用可能なハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアが存在しないとき、又は、交換可能メモリ装置が前記ロボット本体に装着されていないときに、前記固定型メモリ装置か

らハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入する、ことを特徴とする請求項4に記載のロボット制御システム。

【請求項6】複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットに対してハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを導入するロボット制御用ソフトウェアの導入方法であって、

ハードウェア非依存ソフトウェアを提供するハードウェア非依存ソフトウェア提供ステップと、

1以上のハードウェア依存ソフトウェアを提供するハードウェア依存ソフトウェア提供ステップと、

ロボットのハードウェア構成情報を取得するハードウェア構成情報取得ステップと、

前記ハードウェア構成情報取得ステップにより取得されたハードウェア構成情報に適合するハードウェア依存ソフトウェアを前記ハードウェア依存ソフトウェア提供ステップにより提供されたものの中から選択するハードウェア依存ソフトウェア選択ステップと、

前記ハードウェア非依存ソフトウェア提供ステップにより提供されたるハードウェア非依存ソフトウェア並びに前記ハードウェア依存ソフトウェア選択ステップにより選択されたハードウェア依存ソフトウェアをシステムに導入するソフトウェア導入ステップと、を具備することを特徴とするロボット制御用ソフトウェアの導入方法。

【請求項7】前記ロボットは本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記固定型メモリ装置によって提供される、ことを特徴とする請求項6に記載のロボット制御用ソフトウェアの導入方法。

【請求項8】前記ロボットは本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記交換可能メモリ装置によって提供される、ことを特徴とする請求項6に記載のロボット制御用ソフトウェアの導入方法。

【請求項9】前記ロボットは本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置と、前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置を備え、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは前記固定型メモリ装置並びに前記交換可能メモリ装置によって提供され、

前記ソフトウェア導入ステップでは、前記交換可能メモリ装置から優先してハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入する、ことを特徴とする請求項8に記載のロボット制御用ソフトウェアの導入方法。

【請求項10】前記ソフトウェア導入ステップでは、前記交換可能メモリ装置に使用可能なハードウェア非依存

ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアが存在しないとき、又は、交換可能メモリ装置が前記ロボット本体に装着されていないときに、前記固定型メモリ装置からハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入する、ことを特徴とする請求項9に記載のロボット制御用ソフトウェアの導入方法。

【請求項11】複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットをハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを用いて制御するロボット制御システムであって、

ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは、前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置並びに前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置によって提供され、

前記ロボットを、

前記交換可能メモリ装置から導入されたハードウェア依存ソフトウェア及びハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御するベストマッチ動作モード、

前記固定型メモリ装置から導入されたハードウェア依存ソフトウェア及び前記交換可能メモリ装置から導入されたハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御する互換動作モード、

前記固定型メモリ装置から導入されたハードウェア依存ソフトウェア及びハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御する固定動作モード、のうちいずれかの動作モードで制御することを特徴とするロボット制御システム。

【請求項12】ベストマッチ動作モード、互換動作モード、固定動作モードの優先順位で動作モードを選択することを特徴とする請求項11に記載のロボット制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、脚式歩行型など多関節型のロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御するロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法に係り、特に、脚部や頭部など各動作ユニットの着脱・交換などに伴ってハードウェア構成が大幅に変更する可能性がある多関節型ロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御するロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法に関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、ハードウェア構成に対して依存性の高いソフトウェア層とハードウェア構成に非依存のソフトウェア層の組み合わせからなるソフトウェア・プログラムを用いて多関節型ロボットを制御するロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法に係り、特に、ミドルウェアのよう

なハードウェア依存のソフトウェア層と、アプリケーションなどのハードウェア非依存のソフトウェア層との組み合わせを動的に変更して多関節型ロボットを制御するロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法に関する。

【0003】

【従来の技術】電気的若しくは磁気的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語のROBOTA(奴隷機械)に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット(industrial robot)であった。

【0004】最近では、イヌやネコのように4足歩行の動物の身体メカニズムやその動作を模したペット型ロボット、あるいは、ヒトやサルなどの2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作を模した「人間形」若しくは「人間型」のロボット(humanoid robot)など、脚式移動ロボットの構造やその安定歩行制御に関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。これら脚式移動ロボットは、クローラ式ロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段の昇降や障害物の乗り越えなど、柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0005】アーム式ロボットのように、ある特定の場所に植設して用いるような据置きタイプのロボットは、部品の組立・選別作業など固定的・局所的な作業空間でのみ活動する。これに対し、移動式のロボットは、作業空間は非限定的であり、所定の経路上または無経路上を自在に移動して、所定の若しくは任意の人的作業を代行したり、ヒトやイヌあるいはその他の生命体に置き換わる種々のサービスを提供することができる。

【0006】脚式移動ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における救助といったような危険作業・難作業の代行などである。

【0007】また、脚式移動ロボットの他の用途として、上述の作業支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」あるいは「エンターテインメント」という用途が挙げられる。この種のロボットは、ヒトあるいはイヌ(ペット)などの比較的知性の高い脚式歩行動物の動作メカニズムや四肢を利用した豊かな感情表現をエミュレートする。また、あらかじめ入力された動作パターンを単に忠実に実行するだけではなく、ユーザ

(あるいは他のロボット)から受ける言葉や態度(「褒める」とか「叱る」、「叩く」など)に対して動的に対

10

20

30

40

50

応した、生き生きとした応答表現を実現することも要求される。

【0008】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。

【0009】これに対し、知能型のロボットは、動作に起因する行動モデルや学習モデルを備えており、外部からの音声や画像、触覚などの入力情報に基づいてモデルを変化させて動作を決定することにより、自律的な思考及び動作制御を実現する。ロボットが感情モデルや本能モデルを用意することにより、ロボット自身の感情や本能に従った自律的な行動を表出することができる。また、ロボットが画像入力装置や音声入出力装置を装備し、画像認識処理や音声認識処理を行うことにより、より高度な知的レベルで人間とのリアリスティックなコミュニケーションを実現することも可能となる。

【0010】昨今の脚式移動ロボットは高い情報処理能力を備えており、インテリジェントなロボットそのものを一種の計算機システムとして捉えることができる。

【0011】例えば、ロボットは、感情モデルや行動モデル、学習モデルなどのように、動作に関する各種の規則をモデル化して保持しており、これらモデルに従ってユーザ・アクションなどの外的要因に回答した行動計画を立案して、各関節アクチュエータの駆動や音声出力などを介して行動計画を体現し、ユーザに対するフィードバックとすることができる。このような行動計画の立案やこれを体現するためのロボットの動作制御は、計算機システム上におけるプログラム・コード（例えばアプリケーションなど）の実行という形態で実装される。

【0012】一般的な計算機システムとロボットとの主な相違として、前者はシステムを構成するハードウェア・コンポーネントの種類や組み合わせ（すなわちハードウェア構成）が各システム間で差が比較的少ないのに対して、後者はハードウェア構成がシステム間で大幅に変更するという点を挙げることができよう。例えば、ひとえに移動ロボットといっても、胴体に対して取り付けられる可動部として、頭と脚部と尻尾で構成されるロボットや、頭部と車輪のみで構成されるロボットなど、千差万別である。

【0013】装備されるハードウェア構成がシステム間で比較的均一である計算機システムにおいては、システム上で実行するソフトウェアのデザインはハードウェアの影響を比較的受けずに済む。これに対して、後者のロボットの場合には、特にハードウェア操作を行う制御ソフトウェアにおいてはハードウェア依存性が極めて高くなる。

【0014】例えば、ロボットの移動制御を考えた場合、移動手段が可動脚の場合と車輪の場合と、2足と4

足の場合とでは、移動時・歩行時における安定度判別規範がまったく相違するので、アプリケーションを実行するための動作環境はシステム間で大幅に異なる。

【0015】ロボットのソフトウェア開発を考えた場合、このような事情を鑑み、ハードウェアの依存性が比較的低いソフトウェア層と、ハードウェアの依存性が高いソフトウェア層とに区別することが効率的と思料される。すなわち、ハードウェア非依存ソフトウェアと、ハードウェア依存ソフトウェアとを個別に開発しておき、両者の組み合わせにより、多岐にわたる、さまざまな特性や性能を持つ製品ラインアップを提供することができる。

【0016】ハードウェア非依存のソフトウェアは、例えば、感情モデルや行動モデル、学習モデルなどのハードウェア操作との関係が少ない処理を行うアプリケーションである。また、ハードウェア依存のソフトウェアは、例えば、ロボットの基本的な機能を提供するソフトウェア・モジュールの集まりで構成されるミドルウェアであり、各モジュールの構成はロボットの機械的・電気的な特性や仕様、形状などハードウェア属性の影響を受ける。ミドルウェアは、機能的には、各部のセンサの入力を処理・認識して上位のアプリケーションに通知する認識系のミドルウェアと、アプリケーションが発行するコマンドに従って各関節アクチュエータの駆動などハードウェアの駆動制御を行う出力系のミドルウェアに大別することができる。

【0017】アプリケーションとミドルウェア間の任意の組み合わせを許容するためには、これらソフトウェア層間でのデータやコマンドを交換する形式、すなわちプログラム間のインターフェースを確立させておく必要がある。

【0018】ところで、ロボットを始めとして各種の計算機システムに対してソフトウェアを導入する形態として、新しいソフトウェアをリムーバブルメディアを介して供給したり、あるいはネットワーク経由でソフトウェアをダウンロードすることが挙げられる。

【0019】機種間でハードウェア構成の相違が著しいロボットに対して新規ソフトウェアを導入するに際しては、まず第一に、導入ソフトウェアが導入先のハードウェア構成に適合していることが重要である。さらに、新たに導入されるソフトウェアが他のソフトウェア層との相性（すなわちアプリケーションとミドルウェアとの互換性）が保たれている必要がある。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、脚式歩行型など多関節型のロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することにある。

【0021】本発明の更なる目的は、脚部や頭部など各

動作ユニットの着脱・交換などに伴ってハードウェア構成が大幅に変更する可能性がある多関節型ロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することにある。

【0022】本発明の更なる目的は、ハードウェア構成に対して依存性の高いソフトウェア層とハードウェア構成に非依存のソフトウェア層の組み合わせからなるソフトウェア・プログラムを用いて多関節型ロボットを制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することにある。

【0023】本発明の更なる目的は、ミドルウェアのようなハードウェア依存のソフトウェア層と、アプリケーションなどのハードウェア非依存のソフトウェア層との組み合わせを動的に変更して多関節型ロボットを制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することにある。

【0024】  
【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットをハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを用いて制御するロボット制御システムであって、ハードウェア非依存ソフトウェアを提供するハードウェア非依存ソフトウェア提供手段と、1以上のハードウェア依存ソフトウェアを提供するハードウェア依存ソフトウェア提供手段と、ロボットのハードウェア構成情報を取得するハードウェア構成情報取得手段と、前記ハードウェア構成情報取得手段により取得されたハードウェア構成情報に適合するハードウェア依存ソフトウェアを前記ハードウェア依存ソフトウェア提供手段の中から選択するハードウェア依存ソフトウェア選択手段と、前記ハードウェア非依存ソフトウェア提供手段が提供するハードウェア非依存ソフトウェア並びに前記ハードウェア依存ソフトウェア選択手段が選択したハードウェア依存ソフトウェアをシステムに導入するソフトウェア導入手段と、を具備することを特徴とするロボット制御システムである。

【0025】但し、ここで言う「システム」とは、複数の装置（又は特定の機能を実現する機能モジュール）が論理的に集合した物のことを言い、各装置や機能モジュールが単一の筐体内にあるか否かは特に問わない。

【0026】本発明の第1の側面に係るロボット制御システムによれば、ロボットのハードウェア構成に依存するソフトウェア・セットを複数格納するハードウェア依存ソフトウェア提供手段すなわち記憶装置と、ロボットのハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットを複数格納するハードウェア非依存ソフトウェア提供手

段すなわち記憶装置を用意する。そして、例えばロボットの起動時・実行時において、ロボットのハードウェア構成に適合するソフトウェアを前者の記憶装置から導入して、これをハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットと動的に組み合わせるようにすることによって、ユーザのニーズに合致する適切なロボットの動作制御を実現することができる。

【0027】ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは、前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置や、前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置によって提供される。

【0028】ロボット本体から取外すことができる交換可能メモリ装置を利用することによって、新規ソフトウェアや、ユーザのニーズに適合するソフトウェアを機体に提供することができる。したがって、前記ソフトウェア導入手段は、前記交換可能メモリ装置から優先してハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入することによって、ユーザのニーズに合致する適切な制御ソフトウェアを用いてロボットの動作制御を実現することができる。

【0029】前記ソフトウェア導入手段は、例えば、前記交換可能メモリ装置に使用可能なハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアが存在しないとき、又は、交換可能メモリ装置が前記ロボット本体に装着されていないときに、前記固定型メモリ装置からハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入するにすればよい。

【0030】また、本発明の第2の側面は、複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットに対してハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを導入するロボット制御用ソフトウェアの導入方法であって、ハードウェア非依存ソフトウェアを提供するハードウェア非依存ソフトウェア提供ステップと、1以上のハードウェア依存ソフトウェアを提供するハードウェア依存ソフトウェア提供ステップと、ロボットのハードウェア構成情報を取得するハードウェア構成情報取得ステップと、前記ハードウェア構成情報取得ステップにより取得されたハードウェア構成情報に適合するハードウェア依存ソフトウェアを前記ハードウェア依存ソフトウェア提供ステップにより提供されたものの中から選択するハードウェア依存ソフトウェア選択ステップと、前記ハードウェア非依存ソフトウェア提供ステップにより提供されたハードウェア非依存ソフトウェア並びに前記ハードウェア依存ソフトウェア選択ステップにより選択されたハードウェア依存ソフトウェアをシステムに導入するソフトウェア導入ステップと、を具備することを特徴とするロボット制御用ソフトウェアの導入方法である。

【0031】本発明の第2の側面に係るロボット制御用ソフトウェアの導入方法は、ロボットのハードウェア構成に依存するソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置と、ロボットのハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置を用意することによって実現される。例えばロボットの起動時・実行時において、ロボットのハードウェア構成に適合するソフトウェアを前者の記憶装置から導入して、これをハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットと動的に組み合わせるようにすることによって、ユーザのニーズに合致する適切なロボットの動作制御を行うことができる。

【0032】ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは、前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置や、前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置によって提供される。

【0033】ロボット本体から取外すことができる交換可能メモリ装置を利用することによって、新規ソフトウェアや、ユーザのニーズに適合するソフトウェアを機体に提供することができる。したがって、前記ソフトウェア導入ステップでは、前記交換可能メモリ装置から優先してハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入することによって、ユーザのニーズに合致する適切な制御ソフトウェアを用いてロボットの動作制御を実現することができる。

【0034】前記ソフトウェア導入ステップでは、例えば、前記交換可能メモリ装置に使用可能なハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアが存在しないとき、又は、交換可能メモリ装置が前記ロボット本体に装着されていないときに、前記固定型メモリ装置からハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアを導入するようにすればよい。

【0035】また、本発明の第3の側面は、複数のハードウェア構成要素の組み合わせからなるロボットをハードウェア依存ソフトウェアとハードウェア非依存ソフトウェアを用いて制御するロボット制御システムであって、ハードウェア非依存ソフトウェア及び／又はハードウェア依存ソフトウェアは、前記ロボット本体に対して固定的に取り付けられる固定型メモリ装置並びに前記ロボット本体に対して交換可能に取り付けられる交換可能メモリ装置によって提供され、前記ロボットを、前記交換可能メモリ装置から導入されたハードウェア依存ソフトウェア及びハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御するベストマッチ動作モード、前記固定型メモリ装置から導入されたハードウェア依存ソフトウェア及び前記交換可能メモリ装置から導入されたハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御する互換動作モード、前記固定型メモリ装置から導入されたハードウェア

依存ソフトウェア及びハードウェア非依存ソフトウェアを用いて動作制御する固定動作モード、のうちのいずれかの動作モードで制御することを特徴とするロボット制御システムである。

【0036】ロボット本体から取外すことができる交換可能メモリ装置を利用することによって、新規ソフトウェアや、ユーザのニーズに適合するソフトウェアを機体に提供することができる。したがって、ベストマッチ動作モード、互換動作モード、固定動作モードの優先順位で動作モードを選択することにより、ユーザのニーズに合致する適切な制御ソフトウェアを用いてロボットの動作制御を実現することができる。

【0037】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0038】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

【0039】図1には、本発明の実施に供されるロボットのハードウェア構成を模式的に図解している。同図に示すように、ロボットのハードウェアは、制御系サブシステム10と、駆動系サブシステム50とで構成される。

【0040】制御系サブシステムは、CPU (Central Processing Unit) 11と、メインメモリ12と、固定型メモリ装置13と、交換可能メモリ装置14とで構成される。

【0041】メイン・コントローラとしてのCPU 11は、システム制御ソフトウェアの制御下で、アプリケーションのようなハードウェア非依存プログラムや、ミドルウェアのようなハードウェア依存プログラムを実行して、ロボットという装置全体の動作を統括的に制御している。

【0042】CPU 11は、メモリやその他の各回路コンポーネントや周辺機器とバス接続されている。バス上の各装置にはそれぞれに固有のアドレス（メモリ・アドレス又はI/Oアドレス）が割り当てられており、CPU 11はアドレス指定することでバス上の特定の装置と通信することができる。バスは、アドレス・バス、データ・バス、コントロール・バスを含んだ共通信号伝送路である。

【0043】メイン・メモリ12は、通常、複数の個のDRAM (Dynamic Random Access Memory) チップで構成される揮発性記憶装置で構成され、CPU 11の実行プログラム・コードをロードしたり、その作業データの一時的な保存のために利用される。本実施例では、固定型メモリ装置13や交換可能メモリ装置14から供給されるアプリケーションやミドルウェアなどのプログラム・コードは、メイン・メモリ12上に展開すなわちメモリ空間上にマッピングされる。



【0044】固定型メモリ装置13は、ロボット本体に対して固定的に取り付けられた、交換不能な不揮発性記憶装置である。例えば、フラッシュメモリのように、書き込み電圧の印加によりプログラマブルな不揮発性メモリ素子で固定型メモリ装置13に構成することができる。

【0045】固定型メモリ装置13は、ロボットの動作や思考を制御するためのアプリケーションや、ハードウェア操作用のミドルウェアなどのプログラム・コードを格納するために利用される。但し、装置に対して固定的に設置されることから、ミドルウェアなどのハードウェア依存型のソフトウェアに関しては、ロボットの出荷時（デフォルト時）又は標準的なハードウェア構成に適合するバージョンを固定型メモリ装置13内に用意しておくことが好ましい。

【0046】交換可能メモリ装置14は、ロボットに対して着脱・交換可能に取り付けられる、不揮発性記憶装置である。例えば、メモリ・カードやメモリ・スティックのようなカートリッジ式の記憶媒体で交換可能メモリ装置14を構成して、所定のメモリ・スロット上に装填することによって、装置上で使用に供される。

【0047】交換可能メモリ装置14は、固定型メモリ装置13と同様に、ロボットの動作や思考を制御するためのアプリケーションや、ハードウェア操作用のミドルウェアなどのプログラム・コードを格納するために利用される。但し、ロボット本体に対して着脱・交換に提供され、またハードウェア構成の異なる機種間を移動して使用に供されることが想定されるので、最新のソフトウェアを機体に提供する場合などに利用することができる。ミドルウェアなどのハードウェア依存型のソフトウェアに関しては、ロボットの出荷時（デフォルト時）又は標準的なハードウェア構成に適合するバージョンか否かを特に意識して交換可能メモリ装置14上に格納する必要性が低い。むしろ、アプリケーションが想定するハードウェア構成に対して動作環境を提供することができるミドルウェアを、アプリケーションと組にして、交換可能メモリ装置14に格納することが好ましい。

【0048】一方、駆動系サブシステム50は、各関節アクチュエータやその駆動制御回路、動作検出用のエンコーダ、さらにはカメラや接触センサなどの各種センサ類（いずれも図示しない）などで構成される。図示の例では、駆動系サブシステム50は、頭部、胴体部、脚部など各駆動ユニット単位で扱われるものとする。

【0049】さらに、駆動ユニットの少なくとも一部は、着脱・交換などにより動的に再構成可能な物理コンポーネント（CPC:Configurable Physical Component）として構成されているものとする。

【0050】本実施例では、各物理コンポーネントは、固有の識別情報すなわちコンポーネントIDが付与されている。制御系サブシステム10のCPU11（より具

体的にはCPU11上で実行されるシステム制御ソフトウェア）は、装備されている各物理コンポーネントに対してバス経由でアクセスして、各物理コンポーネントに対して制御コマンドを転送したり、それぞれのコンポーネントIDを取得することができるようになっている。検出されたコンポーネントIDの組み合わせが、ロボットにおける現在のハードウェア構成情報となる。

【0051】図2には、CPCコンポーネントの着脱・交換により駆動系サブシステム50の構成を変更した例を示している。同図（a）では、胴体に対して頭と脚と尻尾などの複数の物理コンポーネントが装着されているが、同図（b）では、胴体に対して物理コンポーネントとして車輪しか装備されていない。

【0052】図2（a）と図2（b）に示す例のように、ハードウェア構成が著しく相違する場合には、同じハードウェア依存ソフトウェアを使用することができない。例えば、頭や尻尾からのセンサ入力を行うミドルウェアは、図2（b）に示すハードウェア構成の装置上では動作することができない。同様に、移動手段として脚部を駆動制御するようにデザインされたミドルウェアを、図2（b）に示すハードウェア構成の装置上で使用することはできない。

【0053】次いで、ロボット制御用のソフトウェアの構成について、図3を参照しながら説明する。同図に示すように、ロボット制御用ソフトウェアは、アプリケーション層と、ミドルウェア層と、システム制御層とで構成される。これらソフトウェアのデザインには、オブジェクト指向プログラミングを採り入れることができる。オブジェクト指向における各ソフトウェアは、データとそのデータに対する処理手続きとを一体化させた「オブジェクト」というモジュール単位で扱われる。また、アプリケーション層とミドルウェア層とは、所定のプログラミング・インターフェース（「アプリケーション・インターフェース」と呼ぶことにする）を介してデータ通信が行われる。

【0054】アプリケーションは、ロボットの感情をモデル化した感情モデルと、本能をモデル化した本能モデルと、外部事象とロボットがとる行動との因果関係を逐次記憶していく学習モジュールと、行動パターンをモデル化した行動モデルとを備えており、センサ入力情報すなわち外部要因を基に行動モデルによって決定された行動の出力先を切り替えるようになっている。

【0055】感情モデルと本能モデルは、それぞれ認識結果と行動履歴を入力に持ち、感情値と本能値を管理している。行動モデルは、これら感情値や本能値を参照することができる。また、学習モデルは、外部（オペレータ）からの学習教示に基づいて行動選択確率を更新して、更新内容を行動モデルに供給する。

【0056】アプリケーションは、ロボットの構成や動作を抽象化したモデルによって演算処理を行うので、ハ

ードウェア属性の影響を受けないハードウェア非依存型のソフトウェアである。

【0057】ミドルウェア層は、ロボットの基本的な機能を提供するソフトウェア・モジュールの集まりであり、各モジュールの構成はロボットの機械的・電气的な特性や仕様、形状などハードウェア属性の影響を受けるハードウェア依存型のソフトウェアである。

【0058】ミドルウェア層は、機能的に、認識系のミドルウェアと、出力系のミドルウェアに分けることができる。

【0059】認識系のミドルウェアでは、画像データや音声データ、その他のセンサから得られる検出データなど、ハードウェアからの生データをシステム制御層経由で受け取ってこれら进行处理する。すなわち、各種入力情報に基づき、音声認識、距離検出、姿勢検出、接触、動き検出、色認識などの処理を行い、認識結果を得る（例えば、ボールを検出した、転倒を検出した、撫でられた、叩かれた、ドミソの音階が聞こえた、動く物体を検出した、障害物を検出した、障害物を認識した、など）。認識結果は、アプリケーション・インターフェースを介して上位のアプリケーション層に通知され、行動計画の立案などに利用される。

【0060】一方、出力系のミドルウェアでは、歩行、動きの再生、出力音の合成、目に相当するLEDの点灯制御などの機能を提供する。すなわち、アプリケーション層において立案された行動計画を受け取って、ロボットの各機能毎にロボットの各ジョイントのサーボ指令値や出力音、出力光（LED）、出力音声などを生成して、出力すなわち仮想ロボットを介してロボット上で実演する。このような仕組みにより、アプリケーション側からは抽象的な行動コマンド（例えば、前進、後退、喜ぶ、吼える、寝る、体操する、驚く、トラッキングするなど）を与えることで、ロボットの各関節アクチュエータや機体上のその他の出力部による動作を制御することができる。

【0061】本実施例では、これらロボット制御用のソフトウェアは、固定型メモリ装置13や交換可能メモリ装置14によって装置1内に提供される。

【0062】図4には、固定型メモリ装置13によって提供されるソフトウェアの構成を模式的に示している。

【0063】同図に示すように、固定型メモリ装置13内には、アプリケーション層と、ミドルウェア層と、システム制御層が装備されている。各層のソフトウェアは、メインメモリ12上に展開されて、すなわちメモリ空間上にマッピングして使用される。

【0064】既に述べたように、固定型メモリ装置13は、装置に対して固定的に設置されることから、ミドルウェアなどのハードウェア依存型のソフトウェアに関しては、ロボットの出荷時（デフォルト時）ハードウェア構成に適合するバージョンが装備されている。

【0065】図5には、図4に示した固定型メモリ装置13によって提供されるソフトウェア構成の変形例を示している。

【0066】同図に示す例では、異なるハードウェア構成に適合する複数のミドルウェアを装備している。固定型メモリ装置13上のミドルウェアによってロボット装置1を駆動可能か否かを即時的に判断するために、各ミドルウェアに適合するハードウェア構成に関する情報を記述した適合ハードウェア構成情報を備えている。また、ハードウェア構成とこれに適合するミドルウェアの対応関係を記述したルックアップ・テーブルを備えている。

【0067】システム制御層は、ロボットのハードウェア構成を検出して、適合ハードウェア構成情報並びにハードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、検出されたハードウェア構成に適合するミドルウェアを選択的に導入するようになっている。但し、ミドルウェアの導入処理手順の詳細については後述に譲る。

【0068】また、図6には、交換可能メモリ装置14によって提供されるソフトウェアの構成を模式的に示している。

【0069】同図に示すように、交換可能メモリ装置14内には、アプリケーション層と、ミドルウェア層が装備されている。各層のソフトウェアは、メインメモリ12上に展開して、すなわちメモリ空間にマッピングして使用される。

【0070】交換可能メモリ装置14は、ロボット本体に対して着脱・交換に提供され、またハードウェア構成の異なる機体間を移動して使用に供される。交換可能メモリ装置14の主要な利用形態は、最新バージョンのソフトウェアやユーザが使用したいアプリケーションを出荷後のロボットに対して動的に供給することにある。交換可能メモリ装置14上のミドルウェアは、例えばアプリケーションの動作に適したロボットのハードウェア構成を想定してデザインされる。

【0071】但し、交換可能メモリ装置14を挿入した先のすなわちターゲットのロボットが持つハードウェア構成によっては、ミドルウェアなどのハードウェア依存型のソフトウェアは適合せず、すなわち導入することができない場合もある。これに対し、アプリケーション層は、基本的にはハードウェア非依存なので、ロボットのハードウェア構成に適合するミドルウェア上で動作することができる（但し、アプリケーションとミドルウェア間の互換性は保証されているものとする）。

【0072】図7には、図6に示した交換可能メモリ装置14によって提供されるソフトウェア構成の変形例を示している。

【0073】同図に示す例では、異なるハードウェア構成に適合する複数のミドルウェアを装備している。交換



可能メモリ装置 14 上のミドルウェアによってロボット装置 1 を駆動可能かを即時的に判断するために、各ミドルウェアに適合するハードウェア構成に関する情報を記述した適合ハードウェア構成情報を備えている。また、ハードウェア構成とこれに適合するミドルウェアの対応関係を記述したルックアップ・テーブルを備えている。

【0074】固定型メモリ装置 13 によって提供されるシステム制御層（前述）は、ロボットのハードウェア構成を検出して、適合ハードウェア構成情報並びにハードウェアミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、検出されたハードウェア構成に適合するミドルウェアを選択的に導入するようになっている。

【0075】図 4～図 7 から分かるように、アプリケーションは、固定型メモリ装置 13 及び交換可能メモリ装置 14 の双方から提供される。アプリケーションは、基本的にはハードウェア構成に非依存であるから、いずれのメモリ装置 13/14 上のものであっても、ハードウェア構成に適合するミドルウェアを介在させることによって、ロボット上で正常に動作することができる。

【0076】本実施例では、交換可能メモリ装置 14 側から提供されるアプリケーション並びにミドルウェアを優先的にインストールするようにしている。その理由は、交換可能メモリ装置 14 を媒介としてソフトウェアを移動することによって、最新のバージョンやユーザ好みのバージョンを動的に選択できること、また、交換可能メモリ装置 14 上のミドルウェアは、同メモリ装置 14 上のアプリケーションの動作に適したロボットのハードウェア構成を想定してデザインされること、などに依拠する。

【0077】アプリケーションやミドルウェアの導入処理は、固定型メモリ装置 13 によって提供されるシステム制御層（前述）が行う。すなわち、システム制御層は、ロボットのハードウェア構成を検出して、適合ハードウェア構成情報並びにハードウェアミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、検出されたハードウェア構成に適合するミドルウェアを選択的に導入するようになっている。但し、ミドルウェアの導入処理手順の詳細については後述に譲る。

【0078】図 8 には、本実施例に係るロボットの動作モードを図解している。同図に示すように、ロボットには、「ベストマッチ動作モード」と、「互換動作モード」と、「固定動作モード」という 3 種類の動作モードが定義されている。

【0079】ベストマッチ動作モードとは、アプリケーション、ミドルウェアともに交換可能メモリ装置 14 から導入されたものを使用して動作するモードである。

【0080】この動作モード下では、ユーザの要望に応じて出荷後のロボットに対して動的に供給されたアプリケーションを使用することができる。また、同アプリケ

ーションの動作に合わせてデザインされているミドルウェアを交換可能メモリ装置 14 から導入して使用することができる。

【0081】互換動作モードとは、交換可能メモリ装置 14 から導入したアプリケーションを、固定型メモリ装置 13 から導入したミドルウェア上で動作させるモードである。

【0082】この動作モード下では、ユーザの要望に応じて出荷後のロボットに対して動的に供給されたアプリケーションを使用することができる。

【0083】また、交換可能メモリ装置 14 上のアプリケーションと、固定型メモリ装置 13 上のミドルウェアの間で、所定のプログラミング・インターフェースを装備する、すなわち互換性を持つことで、このような動作モードが実現される。

【0084】固定動作モードとは、アプリケーション、ミドルウェアともに固定型メモリ装置 13 から導入されたものを使用して動作するモードである。

【0085】交換可能メモリ装置 14 を媒介にして、最新バージョンのソフトウェア、あるいはユーザのニーズに適応したバージョンのソフトウェアを機体間で移動することができるので、交換可能メモリ装置 14 側からのソフトウェアの導入が優先して行われる。すなわち、ベストマッチ動作モード、互換動作モード、固定動作モードの順で優先順位が与えられる。固定動作モードは、例えば、交換可能メモリ装置 14 がロボット本体に装着されていない場合に実行される動作モードである。

【0086】続いて、ロボットに対してソフトウェアを導入するための処理について説明する。

【0087】図 9 には、ミドルウェア並びにアプリケーションを導入するための処理手順をフローチャートの形式で示している。この導入処理手順は、例えば、固定型メモリ装置 13 によって提供されるシステム制御層（前述）が、機体のブート処理時などに行う。以下、このフローチャートに従って、ソフトウェアの導入処理について説明する。

【0088】まず、バス経路で装備されている各物理コンポーネント（CPC）に対してハードウェア・アクセスし、各々のコンポーネント ID を読み取って、ハードウェア構成を取得する（ステップ S1）。

【0089】次いで、交換可能メモリ装置 14 へのアクセスを試みる（ステップ S2）。

【0090】交換可能メモリ 14 がロボット本体に装着されていない場合には、固定型メモリ装置 13 からミドルウェア並びにアプリケーションを導入する、すなわちメイン・メモリ 12 上に展開して（ステップ S10、S11）、固定動作モードとして動作する。

【0091】なお、ステップ S10 における固定型メモリ装置 13 からのミドルウェアの導入に際して、固定型メモリ装置 13 内の適合ハードウェア構成情報並びにハ

10

20

30

40

50

ードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、ステップS 1において検出されたハードウェア構成に適合するミドルウェアを選択的に導入し、すなわちメイン・メモリ1 2上に展開するようにしてもよい。

【0092】他方、交換可能メモリ装置1 4がロボット本体に装着されている場合には、交換可能メモリ装置1 4内の適合ハードウェア構成情報を読み出し、ステップS 1において検出された実機上のハードウェア構成と比較して、ミドルウェアとの適合性を検証する（ステップS 4、S 5）。

【0093】実機上のハードウェア構成と一致する適合ハードウェア構成情報が交換可能型メモリ装置1 4内で発見できなかった場合には、交換可能型メモリ装置1 4上には実機上で動作可能なミドルウェアがないことになる。このような場合には、固定型メモリ装置1 3からミドルウェアを導入すなわちメイン・メモリ1 2上に展開するとともに（ステップS 8）、交換可能メモリ装置1 4からアプリケーションを導入すなわちメイン・メモリ1 2上に展開して（ステップS 9）、互換動作モードとして動作する。

【0094】なお、ステップS 8における固定型メモリ装置1 3からのミドルウェアの導入に際して、固定型メモリ装置1 3内の適合ハードウェア構成情報並びにハードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、ステップS 1において検出されたハードウェア構成に適合するミドルウェアを選択的に導入するようにしてもよい。

【0095】実機上のハードウェア構成と一致する適合ハードウェア構成情報が交換可能型メモリ装置1 4内で発見できた場合には、さらに、交換可能型メモリ装置1 4内のハードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、ロボットの実機のハードウェア構成に適合するミドルウェアが存在するか否かを調べて、これを導入すなわちメイン・メモリ1 2上に展開する（ステップS 6）。次いで、交換可能メモリ装置1 4からアプリケーションを導入すなわちメイン・メモリ1 2上に展開して（ステップS 7）、ベストマッチ動作モードとして動作する。

【0096】図1 0には、ロボットの実機上のハードウェア構成を取得するとともに、これを適合ハードウェア構成情報と比較する処理を描写している。かかるハードウェア構成情報の比較処理は、システム制御層が行う。オブジェクト指向プログラミングにより実装されたシステム制御層のことを、以下では「システム・オブジェクト」と呼ぶことにする。

【0097】図示の例では、ロボットの実機には、胴体と、脚部と、頭部と、尻尾という各物理コンポーネント（CPC）が搭載されている。システム・オブジェクトは、バス経由でこれら物理コンポーネントにハードウェ

ア・アクセスして、それぞれのコンポーネントIDを取得する。この場合のロボットのハードウェア構成を、（胴体ID、脚部ID、尻尾ID、頭部ID）とする。

【0098】一方、固定型メモリ装置1 3並びに交換可能メモリ装置1 4上には、それぞれデザインA及びデザインBという適合ハードウェア構成情報ファイルが用意されているものとする。ここで、デザインAは、（胴体ID、脚部ID、尻尾ID、頭部ID）という適合ハードウェア構成を備え、デザインBは、（胴体ID、4輪ID）という適合ハードウェア構成を備えているとする。

【0099】システム・オブジェクトは、ロボットの実機から取得したハードウェア構成情報と、各々の適合ハードウェア構成情報とを比較し、実機に適合する適合ハードウェア構成情報ファイルを選択する。同図に示す例では、デザインAに係る適合ハードウェア構成情報ファイルが選択される。

【0100】システム・オブジェクトは、さらに、固定型メモリ装置1 3又は交換可能メモリ装置1 4内のハードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを参照して、ハードウェア構成上からロボットに適合すると判断されたミドルウェアを探索して、ミドルウェアとアプリケーションを導入することができる。

【0101】図1 1には、システム・オブジェクトがミドルウェア並びにアプリケーションを導入するすなわちメイン・メモリ1 2上に展開する様子を描写している。

【0102】本実施例では、アプリケーション並びにミドルウェアは、それぞれオブジェクト指向プログラミングによりデザインされているものとする。

【0103】交換可能メモリ装置1 4上には、オブジェクトX、オブジェクトY、オブジェクトZからなるアプリケーション・ファイルが格納されている。これら各オブジェクトは、仮想オブジェクトを介してシステム・オブジェクトと通信することができる。

【0104】また、固定型メモリ装置1 3上には、オブジェクトA、オブジェクトB、オブジェクトCからなるミドルウェア・ファイルが格納されている。これら各オブジェクトは、仮想オブジェクトを介してシステム・オブジェクトと通信することができる。このミドルウェアは、先述のデザインAなるハードウェア構成情報に適合するものとする。

【0105】また、交換可能メモリ装置1 4上には、オブジェクトD及びオブジェクトEからなるミドルウェア・ファイルが格納されている。これら各オブジェクトは、仮想オブジェクトを介してシステム・オブジェクトと通信することができる。このミドルウェアは、先述のデザインBなるハードウェア構成情報に適合するものとする。

【0106】いま、システム・オブジェクトによって、ロボットの実機上のハードウェア構成情報がデザインA

であることが特定されたとする。このような場合、システム・オブジェクトは、交換可能メモリ装置14並びに固定型メモリ装置13内のハードウェア・ミドルウェア・ルックアップ・テーブルを検索して、固定型メモリ装置13内からデザインAに適合するミドルウェア・ファイルを見つけ出す。そして、仮想オブジェクト経由で、このミドルウェア・ファイルを構成するオブジェクトA、オブジェクトB、オブジェクトCを導入する、すなわちメイン・メモリ12上に展開する。

【0107】さらに、システム・オブジェクトは、交換可能メモリ装置14内のアプリケーション・ファイルを構成するオブジェクトと仮想オブジェクト経由で通信して、該アプリケーションを構成するオブジェクトX、オブジェクトY、オブジェクトZを導入する、すなわちメイン・メモリ12上に展開する。

【0108】ミドルウェアの導入は、例えば、固定型メモリ装置13上のミドルウェア・ファイルのうち仮想オブジェクトに相当する部分を実際のオブジェクトに置き換えて、メイン・メモリ12上にロードすることによって実現される。また、このようなメモリ・ロード作業は、実際には、システム・オブジェクトが行う。

【0109】次いで、ロボット動作用のアプリケーションの入れ替え処理について説明する。

【0110】既に述べたように、メモリ・スティックなどの交換可能メモリ装置14内には、アプリケーションの他に、アプリケーションが想定する構成のミドルウェアが格納されている。ロボット本体が、アプリケーションが想定するミドルウェアで動作可能なハードウェア構成を備えているような場合には、固定型メモリ装置13上のミドルウェアに代わって、交換可能メモリ装置14側からミドルウェアが導入される。そうでない場合には、固定型メモリ装置13側から導入されたミドルウェア上で、交換可能メモリ装置14から導入されたアプリケーションが動作することになる。

【0111】図12には、複数の物理コンポーネント(CPC)で構成されるロボットのハードウェアが交換可能メモリ装置14を介して外部から供給されるアプリケーションによって動作する様子を図解している。

【0112】ロボット本体側は、例えば4足歩行を実現する物理コンポーネント(CPC)のセットと、この4足CPCセットの動作環境を提供する4足ミドルウェア(仮称)とで構成される。この例では、4足ミドルウェアは、固定型メモリ装置13から導入されるものとし、実機のハードウェア構成に密着した「ルートCPC」ミドルウェアと呼ぶことにする。

【0113】プレイ1の段階では、交換可能メモリ装置14を介してアプリケーションAが導入され、これがルートCPCミドルウェア上で4足CPCセットを動作制御する。

【0114】次いで、プレイ2の段階では、交換可能メ

モリ装置14を介してアプリケーションBが導入され、これがルートCPCミドルウェア上で4足CPCセットを動作制御する。

【0115】次いで、プレイ2の段階では、交換可能メモリ装置14を介してアプリケーションAが再び導入され、これがルートCPCミドルウェア上で4足CPCセットを動作制御する。

【0116】次いで、ロボットの動作環境を提供するミドルウェアの入れ替え処理について説明する。

【0117】ロボット本体を構成する物理コンポーネントのうち少なくとも一部は、本体から着脱・交換自在に構成されており、物理コンポーネントの取り替えにより、CPCセットは変更される。例えば、移動手段として4足を持っていたが、4輪と取り替えて、4輪CPCセットとしてロボットを構成することができる。

【0118】ハードウェア構成の動的な変更に伴って、動作環境を提供するミドルウェアも、固定型メモリ装置13から導入されるルートCPC(4足CPC)ミドルウェアから、4輪CPCセット駆動用のミドルウェアと交換する必要がある。このような場合、新しいミドルウェアは、アプリケーション・プログラムと同様に、交換可能メモリ装置14を媒介として外部から供給され、メイン・メモリ12に導入することができる。

【0119】交換可能メモリ装置14内には、アプリケーションの他に、アプリケーションが想定するハードウェア構成に適合するミドルウェアが格納されている。交換可能メモリ装置14を装着したロボットが、この想定されるハードウェア構成を備えている場合には、交換可能メモリ装置14からミドルウェアを導入して動作環境を提供することができる。そうでない場合には、固定型メモリ装置13のミドルウェアによって提供されるネイティブの動作環境下で、交換可能メモリ装置14から導入されるアプリケーションは実行されることになる。

【0120】図13には、各種の物理コンポーネント(CPC)セットで構成されるロボットに対して、そのハードウェア構成に適合するミドルウェアが導入される様子を図解している。

【0121】同図(a)では、ロボットは、出荷時のままの4足CPCセットで構成されているとする。このような場合、ロボットは、固定型メモリ装置13から導入されるルートCPCミドルウェアによって動作環境が提供される。また、ルートCPCミドルウェア上では、ユーザが交換可能メモリ装置14を介して導入する各種のアプリケーション(図示の例では、アプリケーションA)を実行させることができる。

【0122】また、同図(b)では、ロボットのCPC組換え作業などにより、ハードウェア構成が4足CPCセットから4輪CPCセットに変更している。このような場合、4足用のルートCPCミドルウェアをそのまま使用することができないので、交換可能メモリ装置14

を媒介として、4輪CPCセットの駆動を想定したミドルウェア、すなわち4輪用のルートCPCミドルウェアを外部から導入する。4輪用のルートCPCミドルウェアが提供する動作環境下では、交換可能メモリ装置14を介して導入される各種のアプリケーション（図示の例では、アプリケーションB）を実行させることができる。

【0123】また、同図(c)では、ロボットのハードウェア構成自体は、4輪CPCセットのままであるが、その動作環境を、4輪CPCセット駆動用の新機能を備えた新しいミドルウェア、すなわち4輪用の新しいルートCPCセットに変更する例である。このような場合、交換可能メモリ装置14を媒介として、新4輪CPCセットの駆動を想定したミドルウェア、すなわち新4輪用のルートCPCミドルウェアを外部から導入する。新4輪用のルートCPCミドルウェアが提供する動作環境下では、交換可能メモリ装置14を介して導入される各種のアプリケーション（図示の例では、アプリケーションB）を実行させることができる。

【0124】ロボット実機のハードウェア構成に適合したミドルウェアを逐次導入することによって、同じアプリケーションを様々なハードウェア構成のロボット上で実行可能となる、という点に充分留意されたい。

【0125】本実施例では、ハードウェアの依存性が比較的低いソフトウェア層すなわちアプリケーション層と、ハードウェアの依存性が高いソフトウェア層すなわちミドルウェア層とを独立して扱えるように構成したことを前提とする。このようにアプリケーション〜クライアントの独立性を実現することにより、以下の機能を満足させることができる。

(1) 1つのアプリケーションで様々なハードウェア構成のロボットに対応できるようにする。(ユーザは、自分が所有する(あるいは育てた)アプリケーションを機体間で移動させたり、流通・販売することができる。)

(2) ある1つのハードウェア構成を持つ機体上で、さまざまなアプリケーションに対応するミドルウェアを作成することができる。ミドルウェアの再利用性が高くなるので、アプリケーションの開発効率が向上する。

(3) 同一のハードウェア構成を持つ機体上で、同一のアプリケーションであっても、ミドルウェアを変更することで、実際の表現力や制御性の向上を実現することができる。

(4) バイナリ互換を保証することで、アプリケーション又はミドルウェアのバイナリコードをメモリ・スティックなどの交換可能メモリ装置14などから機体にダウンロードすることによって、簡単にソフトウェアを入れ替えて、上述した利点を享受することができる。しかも、コンパイル作業なしでソフトウェアを交換することができる。

(5) アプリケーションとミドルウェアが独立している

ので、ソフトウェア開発ベンダは、得意な領域の機能開発に集中することができる。例えば、制御系を専門とするベンダはミドルウェアの開発に注力することにより、色々なアプリケーションを利用することができる。

【0126】[追捕]以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。

【0127】本発明の要旨は、必ずしも「ロボット」と称される製品には限定されない。すなわち、電気的若しくは磁気的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置であるならば、例えば玩具等のような他の産業分野に属する製品であっても、同様に本発明を適用することができる。

【0128】要するに、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0129】**【発明の効果】**以上詳記したように、本発明によれば、脚式歩行型など多関節型のロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することができる。

【0130】また、本発明によれば、脚部や頭部など各動作ユニットの着脱・交換などに伴ってハードウェア構成が大幅に変更する可能性がある多関節型ロボットをソフトウェア・プログラムを用いて制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することができる。

【0131】また、本発明によれば、ハードウェア構成に対して依存性の高いソフトウェア層とハードウェア構成に非依存のソフトウェア層の組み合わせからなるソフトウェア・プログラムを用いて多関節型ロボットを制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することができる。

【0132】また、本発明によれば、ミドルウェアのようなハードウェア依存のソフトウェア層と、アプリケーションなどのハードウェア非依存のソフトウェア層との組み合わせを動的に変更して多関節型ロボットを制御することができる、優れたロボット制御システム並びにロボット制御用ソフトウェアの導入方法を提供することができる。

【0133】本発明によれば、ロボットのハードウェア構成に依存するソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置と、ロボットのハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットを複数格納する記憶装置を用意することによって、ロボットの起動時あるいは実行時にロボットのハードウェア構成に適合するソフトウェアを前者

の記憶装置から導入して、これをハードウェア構成に依存しないソフトウェア・セットと動的に組み合わせることによって、ユーザのニーズに合致する適切なロボットの動作制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施に供されるロボットのハードウェア構成を模式的に示した図である。

【図 2】CPCコンポーネントの着脱・交換により駆動系サブシステム 50 の構成を変更した例を示した図である。

【図 3】ロボット制御用のソフトウェアの構成を説明するための図である。

【図 4】固定型メモリ装置 13 によって提供されるソフトウェアの構成を模式的に示した図である。

【図 5】図 4 に示した固定型メモリ装置 13 によって提供されるソフトウェア構成の変形例を示した図である。

【図 6】交換可能メモリ装置 14 によって提供されるソフトウェアの構成を模式的に示した図である。

【図 7】図 6 に示した交換可能メモリ装置 14 によって提供されるソフトウェア構成の変形例を示した図である。

【図 8】本実施例に係るロボットの動作モードを示した図である。

【図 9】ミドルウェア並びにアプリケーションを導入するための処理手順を示したフローチャートである。

【図 10】ロボットの実機上のハードウェア構成を取得するとともに、これを適合ハードウェア構成情報と比較する処理を描写した図である。

【図 11】システム・オブジェクトがミドルウェア並びにアプリケーションを導入すなわちメイン・メモリ 12 上に展開する様子を描写した図である。

【図 12】複数の物理コンポーネント (CPC) で構成されるロボットのハードウェアが交換可能メモリ装置 14 を介して外部から供給されるアプリケーションによって動作する様子を示した図である。

【図 13】各種の物理コンポーネント (CPC) セットで構成されるロボットに対して、そのハードウェア構成に適合するミドルウェアが導入される様子を示した図である。

【符号の説明】

10…制御系サブシステム

11…CPU

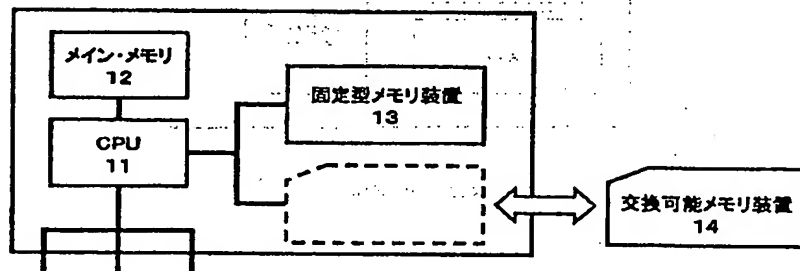
12…メイン・メモリ

13…固定型メモリ装置

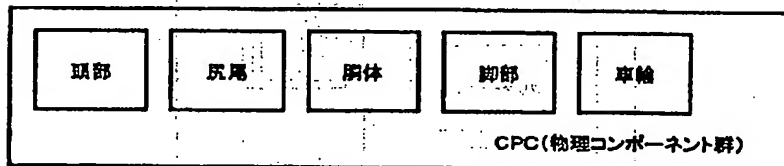
14…交換可能メモリ装置

50…駆動系サブシステム

【図 1】

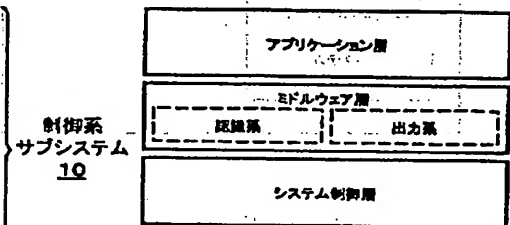


駆動系サブシステムとの  
通信用バス



CPC (物理コンポーネント群)

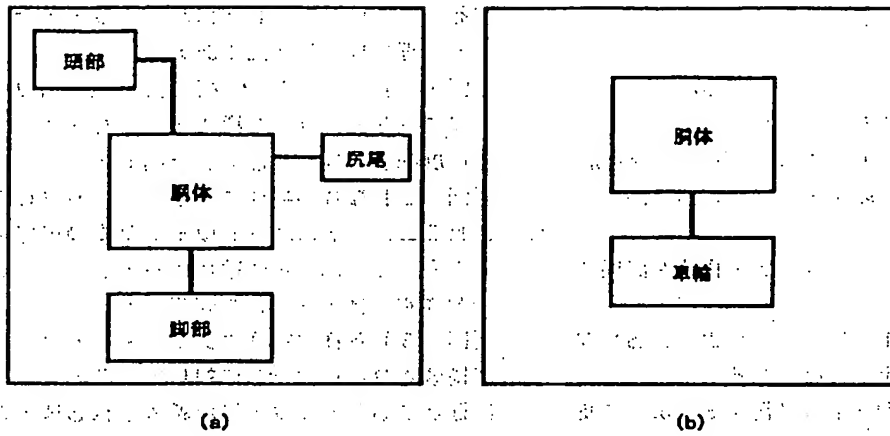
【図 3】



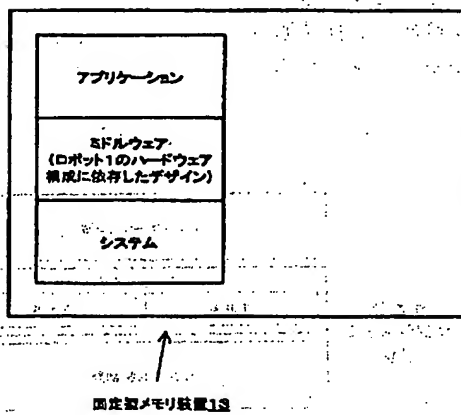
制御系  
サブシステム  
10

駆動系  
サブシステム  
50

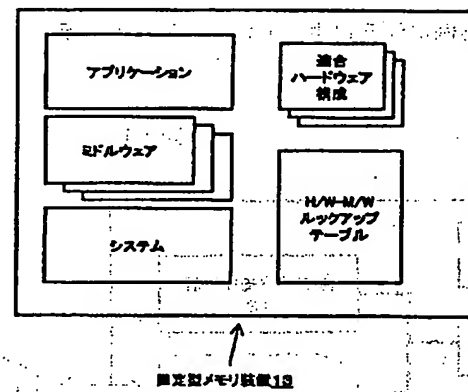
【図 2】



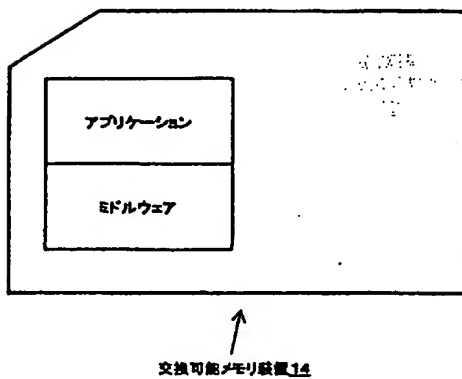
【図 4】



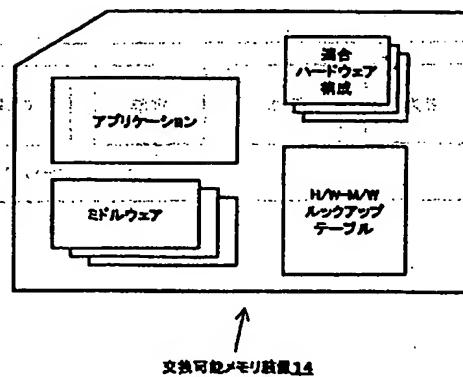
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【図8】

ベストマッチ動作モード

アプリケーション (交換可能メモリ装置から導入)	ミドルウェア (交換可能メモリ装置から導入)	システム
-----------------------------	---------------------------	------

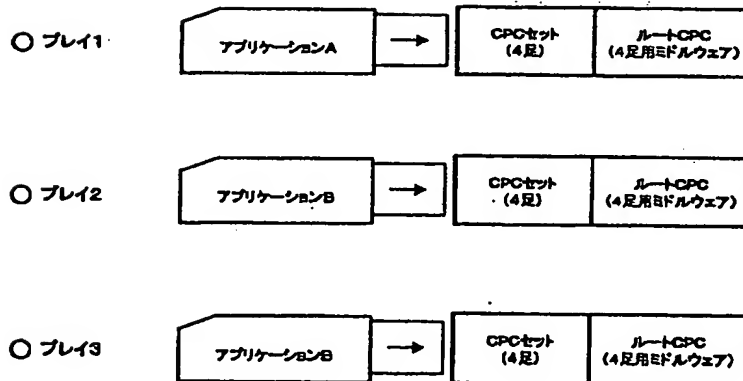
互換動作モード

アプリケーション (交換可能メモリ装置から導入)	ミドルウェア (固定型メモリ装置から導入)	システム
-----------------------------	--------------------------	------

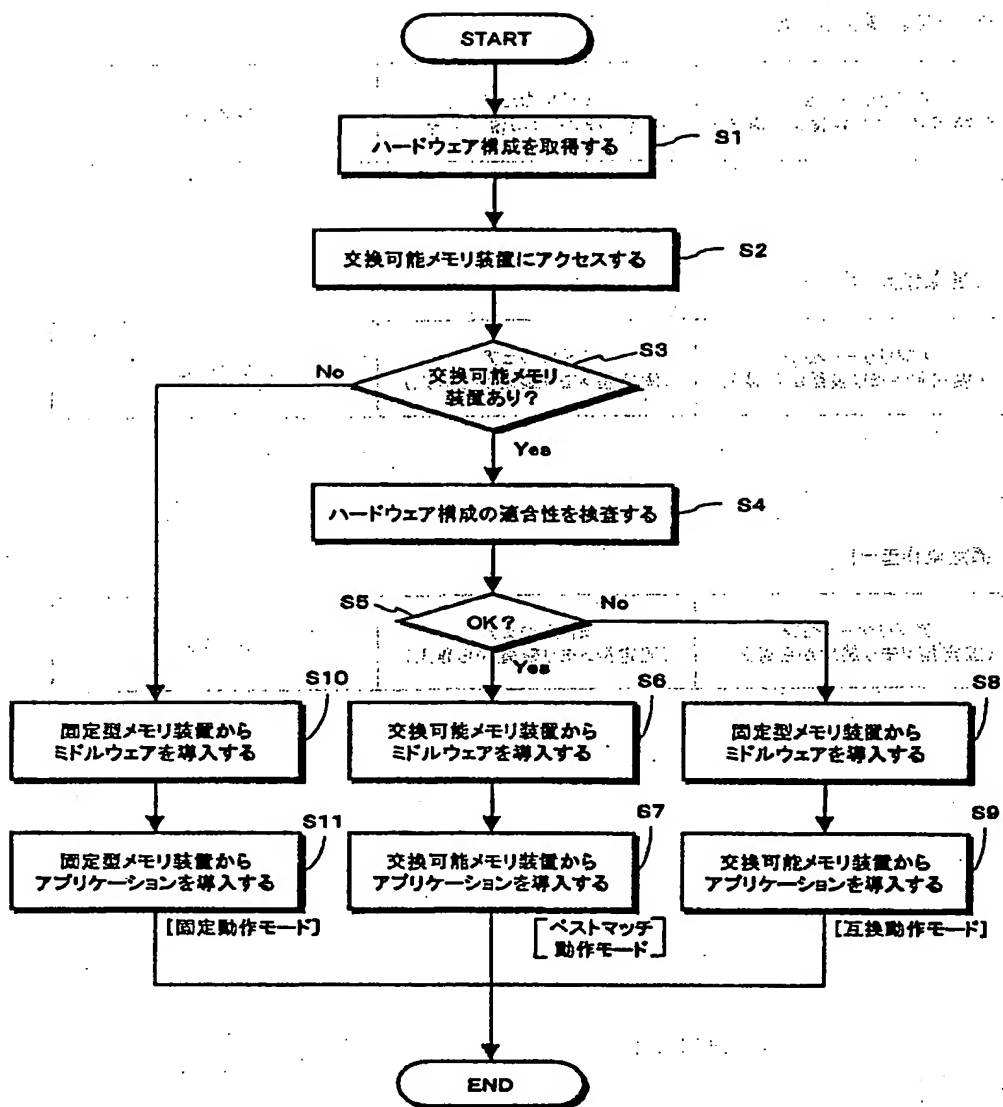
固定動作モード

アプリケーション (固定型メモリ装置から導入)	ミドルウェア (固定型メモリ装置から導入)	システム
----------------------------	--------------------------	------

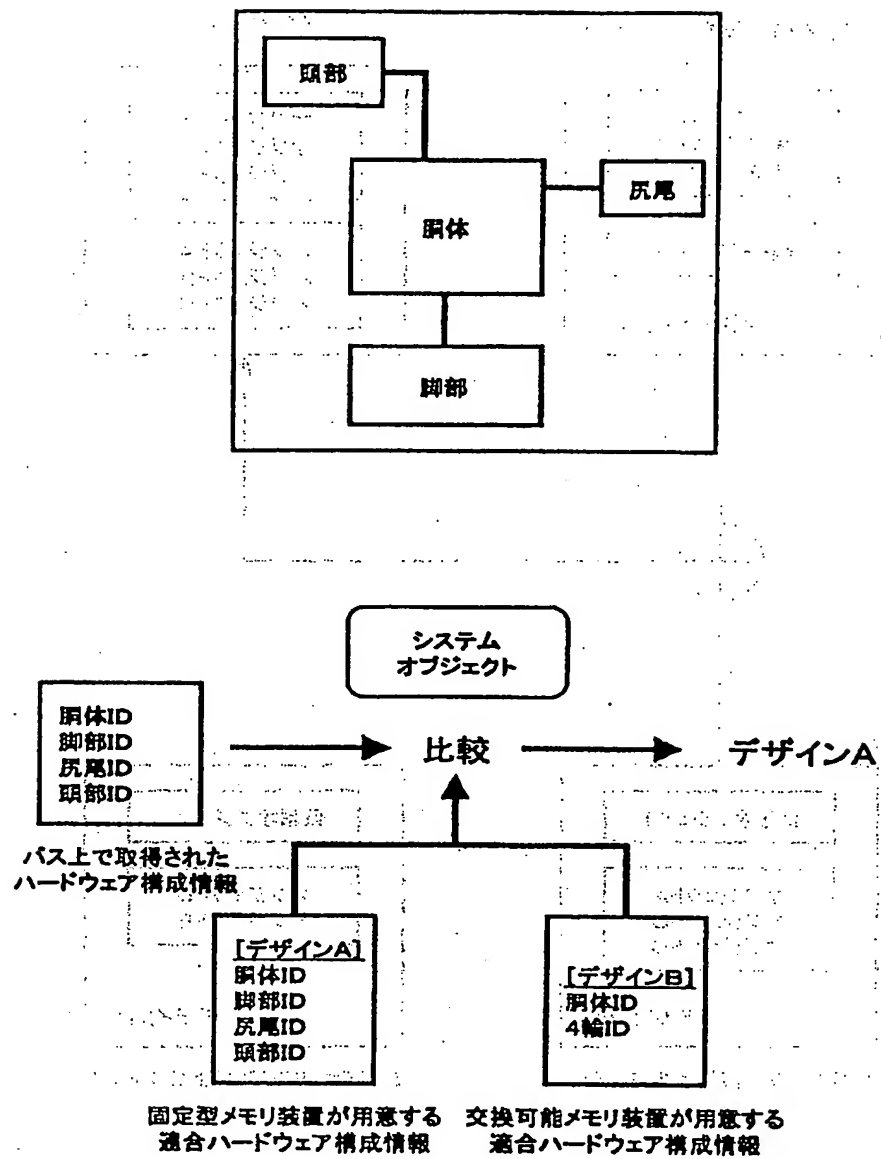
【図12】



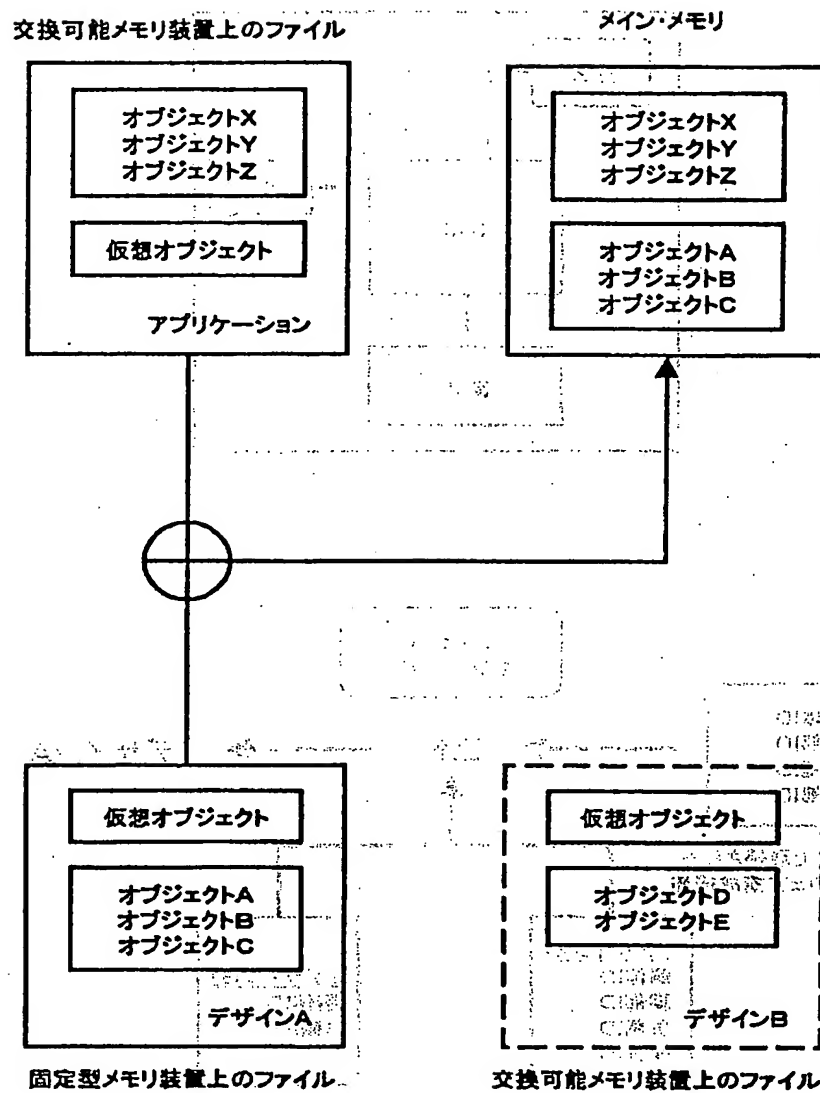
【図 9】



【図10】



【図 11】



【図 13】

